

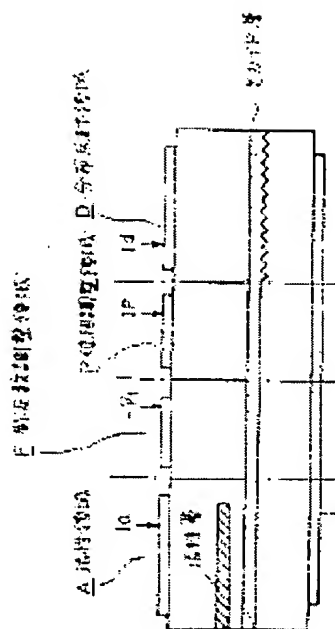
A14

SEMICONDUCTOR LASER

Patent number: JP1223791
Publication date: 1989-09-06
Inventor: KOTAKI YUJI
Applicant: FUJITSU LTD
Classification:
- international: H01S3/18
- european: H01S3/1055; H01S5/0625F2
Application number: JP19880050205 19880302
Priority number(s): JP19880050205 19880302

Abstract of JP1223791

PURPOSE: To increase the modulation upper limit frequency and to level the degree of modulation for increasing modulation characteristics, by establishing a phase adjustment region to change frequency by carrier injection and a frequency modulation area to change frequency by application of reverse-bias voltage. **CONSTITUTION:** In a light source of an FSK optical communication system, a phase adjustment region P and a frequency modulation region F are established. The frequency modulation region F changes a refractive index of a wave guide layer by application of reverse-biased voltage V_f and then changes frequency by the variation of the refractive index. In other words, the frequency modulation region is for modulating frequency using electrooptic effects. In this region, modulation characteristics depend only on the time constant of the RC product. The smaller the time constant gets, the higher the modulation upper limit frequency becomes over 10GHz. Therefore, the degree of modulation is leveled. Since variation of the refractive index is small in the frequency modulation region F, the variation width of wave length gets small if this region is completely replaced with a phase adjustment region. Because of this reason, a wide wave length variation phase adjustment region P is also established. By this, the modulation upper limit frequency increases, the degree of modulation becomes leveled, a wide variation of wave length is available and modulation characteristics is improved.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報(A) 平1-223791

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成1年(1989)9月6日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 半導体レーザ

⑰ 特 願 昭63-50205

⑱ 出 願 昭63(1988)3月2日

⑲ 発 明 者 小 滝 裕 二 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社
内

⑳ 出 願 人 富 士 通 株 式 会 社 神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

㉑ 代 理 人 弁 理 士 井 桁 貞 一

明 細 書

1. 発明の名称

半導体レーザ

2. 特許請求の範囲

波長を可変にする分布反射型半導体レーザにおいて、キャリア注入によつて導波層の屈折率を変えて周波数を変化させる位相調整領域と、逆バイアス電圧を印加して導波層の屈折率を変えて周波数を変化させる周波数変調領域とを具備してなることを特徴とする半導体レーザ。

3. 発明の詳細な説明

〔概要〕

半導体レーザの新規な構造に関し、

変調上限周波数を高め、且つ、周波数変調度を平坦にして、変調特性を向上させることを目的とし、

波長を可変にする分布反射型半導体レーザにおいて、キャリア注入によつて導波層の屈折率を変

えて周波数を変化させる位相調整領域と、逆バイアス電圧を印加して導波層の屈折率を変えて周波数を変化させる周波数変調領域とを具備してなることを特徴とする。

〔産業上の利用分野〕

本発明は光通信に用いる半導体レーザの新規な構造に関する。

次世代の光通信方式として光コヒーレントシステムが研究開発されており、その中でもFSK (Frequency Shift Keying) 方式が簡便で低価格なシステムとして注目されている。本発明はそのようなFSK方式光通信システムの光源に関するものである。

〔従来の技術〕

現在、光通信システムでは強度変調方式が主体であるが、周波数変調(FSK)方式が使用できれば多重波長(周波数)通信が可能になり、現用の電波通信システムに近くなる。そのFSK方式

用として任意の波長で発振できる光源が求められており、そのような光源には、①広い波長可変幅を有すること、②平坦な周波数変調特性をもつこと等の特性が要求される。

従来、そのような光源として、第5図に示す半導体レーザの構造が公知となっており、第5図の例はDBR (Distributed Bragg Reflector)型InGaAsP/InP系半導体レーザの断面図で、全体が活性領域A、位相調整領域P、分布反射領域Dの3領域から構成されて、1はn-InP基板、2はp-InP層、3はInGaAsP層からなる活性層、4はn-InGaAsP層からなる光ガイド層、51は活性領域電極、52は位相調整領域電極、53は分布反射領域電極、6は接地電極である。且つ、その周波数可変には活性領域に一定バイアス電流 I_a を流して、分布反射領域電流 I_d と位相調整電流 I_p とを変化させる方法が採られる。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところが、これには次のような問題点があり、

ーザを提案するものである。

〔課題を解決するための手段〕

その課題は、第1図に示す原理図のように、活性領域A、分布反射領域Dの他に、キャリア注入によつて導波層の屈折率を変えて周波数を変化させる位相調整領域Pと、逆バイアス電圧 V_f を印加して導波層の屈折率を変えて周波数を変化させる周波数変調領域Fとを具備させている半導体レーザによつて解決される。

〔作用〕

即ち、本発明にかかる半導体レーザは位相調整領域の代わりに、位相調整領域と周波数変調領域との2つの領域を設けるもので、周波数変調領域は逆バイアス電圧を印加して導波層の屈折率を変え、その屈折率の変化によつて周波数を変える、所謂、電気光学効果を利用して周波数を変調する領域であり、この周波数変調領域では変調特性がRC積の時定数のみに依存し、この時定数が小さ

それを第6図によつて説明する。第6図(a)は活性領域電流 I_a の変化による変調特性を示しており、横軸は周波数、縦軸は周波数変調度で、図中の曲線のように、変調周波数は数GHzまで延びるが、変調度が平坦にならずに、周波数に依存して大きく変動するという問題がある。

また、第6図(b)は位相調整電流 I_p の変化による変調特性図で、変調度は平坦な特性を示すが、変調周波数が数十MHzないしは数百MHzまでしか得られず、発光ダイオードの変調特性とほぼ同じ程度しかない。これはキャリア注入によつて位相調整領域の屈折率を変え、屈折率の変化によつて周波数を変える、所謂、キャリア注入効果を利用して周波数を変調する方法であるから、変調周波数がキャリア再結合時間によつて制限されて、変調度は大きいが速度が遅く、上記のように変調の上限周波数が低くなるものである。

本発明はこのような問題点を低減させて、変調上限周波数を高くし、且つ、変調度を平坦にして、変調特性を向上させることを目的とした半導体レ

いほど変調上限周波数が高くなつて10GHz以上に達し、しかも、変調度が平坦である。

しかし、この周波数変調領域は屈折率の変化が小さいために、完全に位相調整領域に置き換えると波長変化幅が小さくなつてしまうために、波長変化幅の大きい位相調整領域を併設する。そうすれば、変調上限周波数が高くなつて、変調度が平坦になり、しかも、波長変化幅も大きくて、変調特性が顕著に向上する。

〔実施例〕

以下、図面を参照して実施例によつて詳細に説明する。

第2図は本発明にかかる半導体レーザの変調特性図を示しており、横軸は周波数、縦軸は周波数変調度で、図の曲線のように、変調周波数は数GHzまで延び、且つ、変調度が平坦化している。

第3図は本発明にかかるInGaAsP/InP系半導体レーザの実施例を示す図で、第3図(a)は斜視図、第3図(b)は同図(a)のAA断面図、第3図(c)は同図

(b)のBB断面図である。半導体レーザは活性領域A、周波数変調領域F、位相調整領域P、分布反射領域Dの4領域から構成され、7は高抵抗InP層、8は両側の閉じ込め用高抵抗InP層、54は周波数変調領域電極、その他の部位の記号は第5図と同一記号が付けてある。この高抵抗InP層の抵抗は10K Ω ないし数十K Ω でも良く、光ガイド層4はバンドギャップ波長 $\lambda_g = 1.3\mu\text{m}$ 、活性層3は $\lambda = 1.55\mu\text{m}$ 、活性層の幅は1~2 μm 程度、分布反射領域D部分の光ガイド層4は格子ピッチ2400Åの回折格子を設けた構造である。

このように構成して、活性領域A、位相調整領域Pに流す電流 I_a 、 I_p を変化させ、且つ、周波数変調領域Fに印可する逆バイアス電圧 V_f を変化させると、第2図に示す変調特性が得られる。

次に、上記実施例の形成方法を説明する。第4図(a)~(e)にその形成工程順図を示しており、第4図(a)参照；まず、n-InP基板1(バッファ層を含む)の分布反射領域部分に上記条件の回折格子を形成し、その上にn-InGaAsP層からなる

光ガイド層4(不純物濃度 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 、厚さ0.3 μm)、n-InP層11(不純物濃度 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 、厚さ0.05 μm)、InGaAsP層からなる活性層3、p-InP層21(不純物濃度 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 、厚さ0.1 μm)を公知の結晶成長法(例えば、液相エピタキシャル成長法)によつて積層する。

第4図(b)参照；次いで、活性領域AのみをSiO₂膜マスク(図示せず)で被覆して他部分を光ガイド層上までエッチング除去した後、再びp-InP層22(不純物濃度 $5 \times 10^{17}/\text{cm}^3$ 、厚さ1~1.5 μm)、p-InGaAsP層からなるコンタクト層23(不純物濃度 $10^{19}/\text{cm}^3$ 、 $\lambda_g = 1.3\mu\text{m}$)を公知の結晶成長法によつて成長する。

第4図(c)および(d)参照；次いで、SiO₂膜マスク30によつて被覆して、両側をエッチングして中央部分をメサ状に形成し、且つ、高抵抗InP層7の形成部分を光ガイド層4までエッチングして溝状にする。この選択エッチングには、InP層は塩酸系エッチャントを用い、InGaAsP層は硫酸系エッチャントを用いる。第4図(c)は断面図、同図(d)は

斜視図を示している。

第4図(e)参照；次いで、SiO₂膜マスク30を残存したまま、例えば、MOCVD法によつて除去部分に鉄ドーパ高抵抗InP層7、8を選択的に成長して埋没させる。

その後、公知の方法によつて電極を形成して、第3図に示す半導体レーザに仕上げる。

このような構造に形成すれば、周波数変調上限周波数が、従来の半導体レーザは数百MHzであつたのに対し、本発明にかかる半導体レーザが数GHz程度に向上する。

[発明の効果]

以上の説明から明らかなように、本発明にかかる半導体レーザは、変調上限周波数が著しく改善されて、且つ、変調度が変調上限周波数まで平坦化した特性が得られ、高性能な光源としてFSK方式光通信システムの発展に寄与するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明にかかる原理図、

第2図は本発明にかかる半導体レーザの変調特性図、

第3図(a)~(c)は本発明にかかるInGaAsP/InP系半導体レーザの実施例を示す図、

第4図(a)~(e)はその実施例の形成工程順図、

第5図は従来のInGaAsP/InP系半導体レーザの断面図、

第6図(a)、(b)は従来の問題点を示す図である。

図において、

Aは活性領域、

Fは周波数変調領域、

Pは位相調整領域、

Dは分布反射領域、

1はn-InP基板、

2はp-InP層、

3はInGaAsP層からなる活性層、

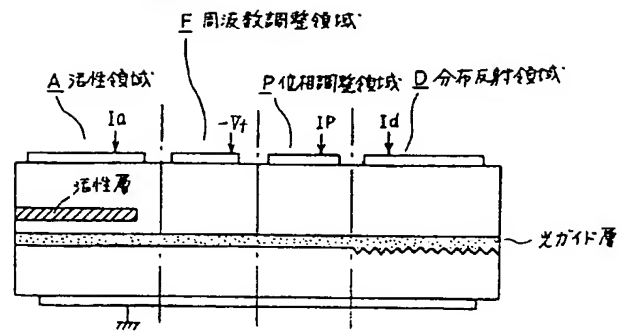
4はn-InGaAsP層からなる光ガイド層、

51は活性領域電極、

52は位相調整領域電極、

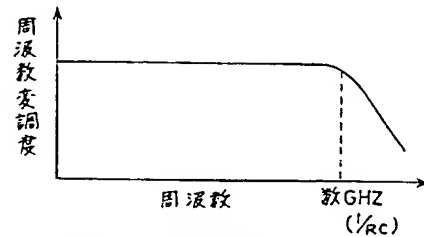
53は分布反射領域電極、
54は周波数変調領域電極、
6は接地電極、
7、8は高抵抗InP層
を示している。

代理人 弁理士 井 術 貞



本発明にかかる半導体レーザの原理図

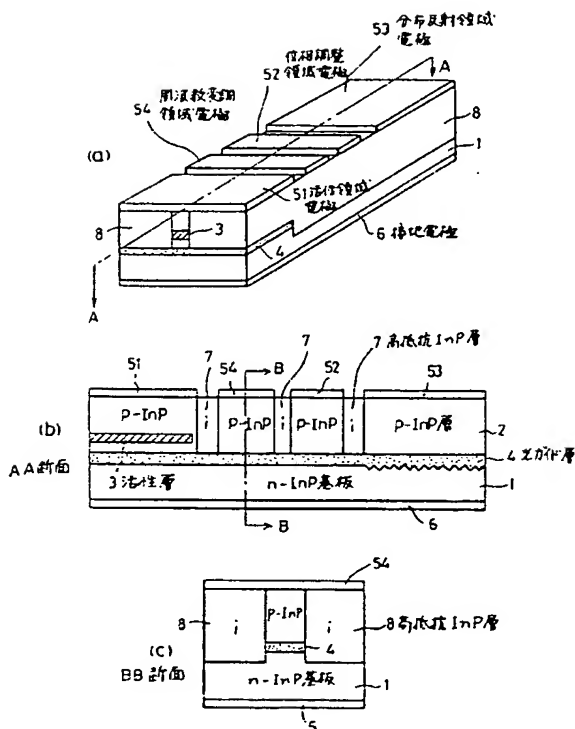
第 1 図



(b) V_t による変調特性

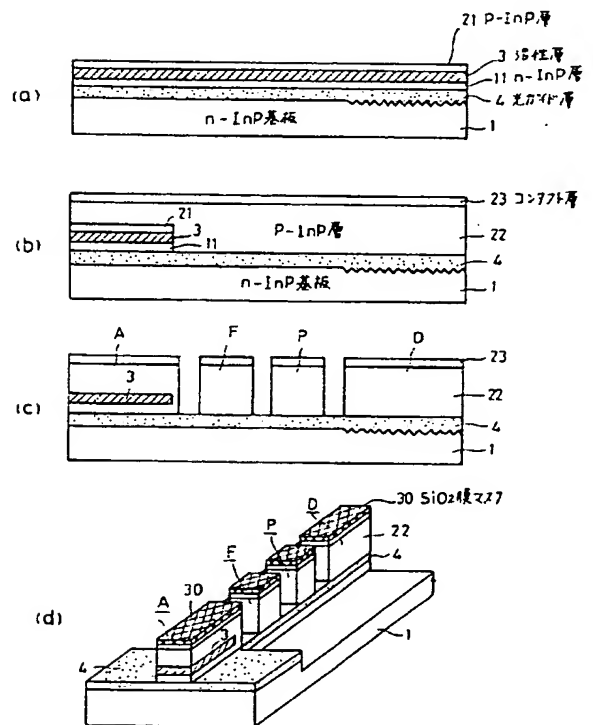
本発明にかかる半導体レーザの変調特性図

第 2 図



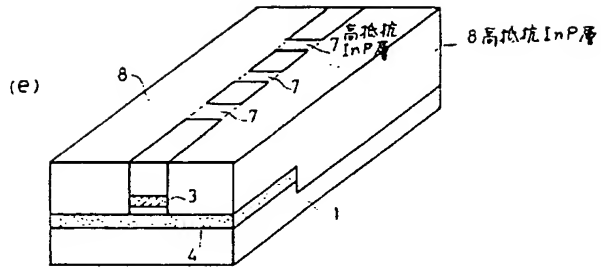
本発明にかかるInGaAsP/InP系半導体レーザの実施例を示す図

第 3 図

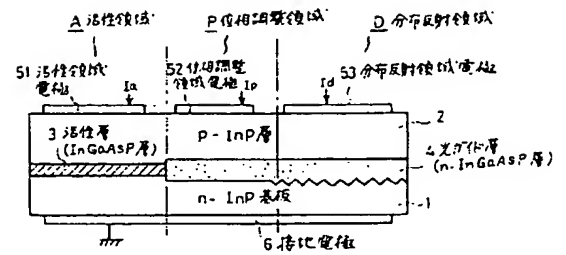


実施例の形成工程図

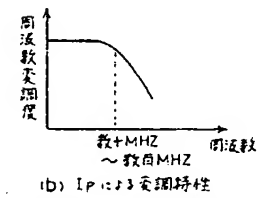
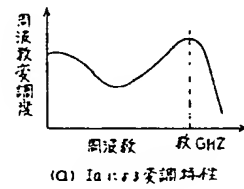
第 4 図 (その1)



実施例の形成工程順図
第4図(その2)



従来のInGaAsP/InP系半導体レーザの断面図
第5図



従来の問題点を説明する図
第6図